

Д. М. Долгих^{1}, К. П. Филиппов¹, И.В. Парко¹*

Конструктивные особенности оптического калейдоскопа

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация

* e-mail: daniil.dolgikh545@gmail.com

Аннотация. Оптический калейдоскоп – устройство, использующееся для создания красочных и симметричных изображений путем отражения света от зеркал и различных преломляющих элементов. Впервые был придуман в 19 веке и с тех пор нашел применение в различных областях, включая искусство, науку и развлечения. В данной статье рассматриваются конструктивные особенности оптического калейдоскопа, включая его элементы и принципы работы. Обсуждаются различные типы калейдоскопов и их применение в различных областях, а также технические аспекты, влияющие на качество изображения. Основное внимание уделяется конструктивным особенностям. Были использованы следующие методы исследования: анализ, моделирование и эксперимент. Результаты исследования могут быть применены на практике при создании калейдоскопа и разработке теоретических материалов с инструкциями по изготовлению калейдоскопов.

Ключевые слова: калейдоскоп, оптика, зеркало, преломляющие элементы

D. M. Dolgikh^{1}, K. P. Filippov¹, I.V. Parko¹*

Design features of the optical kaleidoscope

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: daniil.dolgikh545@gmail.com

Annotation. An optical kaleidoscope is a device used to create colorful and symmetrical images by reflecting light from mirrors and various refractive elements. It was first invented in the 19th century and has since found application in various fields, including art, science and entertainment. This article discusses the design features of an optical kaleidoscope, including its elements and principles of operation. Various types of kaleidoscopes and their applications in various fields are discussed, as well as technical aspects affecting image quality. The main attention is paid to the design features. The following research methods were used: analysis, modeling and experiment. The results of the research can be applied in practice when creating a kaleidoscope and developing theoretical materials with instructions for making kaleidoscopes.

Keywords: kaleidoscope, optics, mirror, refractive elements

Введение

Оптика – это наука, с которой мы сталкиваемся в повседневной жизни. Нас окружают оптические приборы: очки, контактные линзы, лупы, бинокли и т.д. К оптическим приборам относится и калейдоскоп, который принято считать игрушкой [1–10]. На основе этой статьи, каждый увлекающийся человек может создать калейдоскоп своими руками. Создав единожды, есть возможность его дальнейшего усовершенствования, как по конструкции, так и по дизайну.

Основные элементы оптического калейдоскопа: зеркала, преломляющие элементы, корпус.

Зеркала – это основной элемент, отвечающий за отражение света и создание множества изображений. Зеркала располагаются под углом друг к другу, что позволяет создавать множество отражений и симметричных узоров.

Преломляющие элементы – некоторые калейдоскопы также содержат преломляющие стеклянные или пластиковые элементы, которые добавляют эффекты преломления и изменяют характер изображения [4].

Корпус калейдоскопа может иметь различные формы и размеры, но его обычно он выполнен из прочных материалов, таких как металл или пластик, и содержит в себе все элементы устройства.

Принцип работы оптического калейдоскопа основан на законе геометрической оптики: угол падения равен углу отражения, следовательно, происходит многократное отражения света от зеркал и прозрачных элементов [11, 12]. Как любой и оптический прибор, калейдоскоп имеет оптическую ось, если в качестве окуляра использовать одиночную положительную линзу. Внутри корпуса расположены плоские зеркала, количество которых может быть от двух до пяти и более. В калейдоскопе формируется оптический зеркальный многогранник, позволяющий дублировать изображение одного предмета. Так если угол между зеркалами составляет 45° , то изображений получаем 8, если 60° – 6, при 90° – 4. Результаты по изображению, создаваемому оптическим калейдоскопом, зависят от различных технических аспектов, включая качество зеркал и преломляющих элементов, углы их расположения, а также освещение окружающей среды [13, 14]. Для достижения наилучшего эффекта необходимо учитывать эти факторы при проектировании и изготовлении калейдоскопа.

Существует несколько типов оптических калейдоскопов, включая детские игрушечные модели, художественные и дизайнерские калейдоскопы, а также научные исследовательские устройства. Детские калейдоскопы часто используются для развлечения и обучения, в то время как художественные калейдоскопы могут быть вдохновением для художников и дизайнеров. Научные калейдоскопы могут применяться в оптических исследованиях, а также в образовательных целях для изучения принципов отражения и преломления света.

Принцип работы калейдоскопа

Рассмотрим устройство калейдоскопа, состоящего из 3-х зеркал. По правилам геометрической оптики глаз наблюдателя располагается справа от прибора, тогда слева устанавливается «стеклянный сэндвич» внутри которого насыпаны разноцветные мелкие элементы. Если калейдоскоп неподвижно держать в руке, то и картинка в нем стационарная, виде симметрично-правильного узора [15–24]. Заметим, что видимая картинка получается устойчивой и не изменяется при небольших движениях калейдоскопа вокруг оптической оси. Именно такой прибор называют калейдоскопом.

Распространённый случай, когда сечением призмы является равносторонний треугольник с углами 60° .

Сборка калейдоскопа

Чтобы собрать калейдоскоп, необходимы три плоские зеркальные детали, например, размером 30x200мм, скотч, полая трубка диаметром 35 мм, длиной 220 мм, две стеклянных прозрачных пластинки, из которых изготовим «сэндвич кассету», в качестве насыпных элементов выступает бисер, стеклярус или стеклянная цветная крошка. С левой стороны трубки необходимо установить матовую пластиковую плёнку диаметром 35 мм.

Этап 1 – сборка зеркальной призмы, необходимо установить пластины зеркальными поверхностями вовнутрь, скрепить между собой в виде равностороннего треугольника. Обмотать скотчем, изолентой, точечно клеём.

Этап 2 – призма помещается в полую трубку и фиксируется, уплотняя зазоры бумагой или любым другим материалом.

Этап 3 – с левого конца трубку закрывают «узорной камерой – сэндвич пакет». Между прозрачным и матовым стеклом, внутри которого разноцветные элементы, именно они создают неповторимый узор. На замену матового стекла хорошо подходит неплотная ткань.

Этап 4 – с правой стороны трубки устанавливается положительная линза, которая выполняет роль окуляра и создает увеличенное изображение, рассматриваемого узора на сетчатке глаза наблюдателя. Если линзы нет, то устанавливаем стеклянную пластинку с тем же диаметром поверхности, за которым устанавливается картонная диафрагма диаметром 8 мм. Все элементы калейдоскопа должны быть неподвижны относительно друг друга.

Заключение

Оптический калейдоскоп, собранный своими руками, будет создавать симметричный круговой узор с помощью отражения преломления света. Его конструктивные особенности определяют его возможности, например, если сменных «сэндвич кассет» несколько, то и узоры получаются разными по колористике. Применение калейдоскопа возможно в различных областях от развлечений до научных исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Э. Б. Винберг. Калейдоскопы и группы отражений : Математическое просвещение. Серия 3 выпуск 7, 2003. – 45–63 с.
2. Настенкова А.И. Кружковая программа ДООУ «Калейдоскоп камешек Марблс». [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kruzhkovaya-programma-dou-kaleydoskop-kameshek-marbls/viewer>
3. Л.Е. Шмакова, С.В. Ченушкина, О.Е. Краюхина. Генеративные подходы как средство развития креативности у студентов творческих специальностей. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/generativnye-podhody-kak-sredstvo-razvitiya-kreativnosti-u-studentov-tvorcheskih-spetsialnostey>
4. Жуковская Н.Л. Личность в калейдоскопе культур: Коллективная монография. [Электронный ресурс]. URL: https://www.rfbr.ru/view_book/2821/

5. Группа диэдра. Математические этюды. [Электронный ресурс]. URL: <https://etudes.ru/models/dihedral-group/>
6. Kaleidoscope. Математические этюды. [Электронный ресурс]. URL: <https://etudes.ru/etudes/kaleidoscope/>
7. Годжаев Н. М. Оптика : учеб. пособие для вузов. – М. : Высшая школа, 1977. – 432 с.
8. Савельев И. В. Курс общей физики : учеб. пособие. В 3-х т. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М. : Наука, 1987. – 320 с.
9. Чирцов А.С. Баранов К.Н., Богданов Б.В., Тучин В.С., Цветков А.Р., Шумигай В.С., Физическая оптика. – СПб. : Университет ИТМО, 2022. – 207 с.
10. Ландсберг Г. С. Оптика. Изд. 5-е. – М. : Наука, 1976. – 928 с.
11. Сивухин Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов. В 5 т. Т. 4. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 792 с.
12. Трофимова Т. И. Курс физики. – М. : Высшая школа, 1998. – 542 с.
13. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для вузов. Изд. 15-е, стер. – М. : Академия, 2007. – 560 с.
14. Заказнов Н.П. Теория оптических систем. Изд. 4-е, стер. – СПб. : Лань, 2008. – 446 с.
15. Зверев В.А. Основы оптоотехники : учеб. пособие. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2005. – 293 с.
16. Можаров Г.А. Основы геометрической оптики. – М. : ЛОГОС, 2006. – 280 с.
17. Стафеев С.К. Основы оптики. – СПб. : Питер, 2006. – 336 с.
18. Панов В.А. Справочник конструктора оптико-механических приборов. Изд. 3-е, перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1980. – 742 с.
19. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М. : Наука, 1970. – 720 с.
20. Матвеев А.Н. Оптика. – М. : Высшая школа, 1985. – 351 с.
21. Бутиков Е.И. Оптика. – М. : Высшая школа, 1986. – 512 с.
22. Дичберн Р. Физическая оптика. – М. : Наука, 1965. – 637 с.
23. Ахманов С. А., Никитин С. Ю. Физическая оптика. – М. : Московский университет, 1998. – 656 с.
24. Дроздов А.А., Козлов С.А. Основы нелинейной оптики : учеб. пособие. – СПб. : Университет ИТМО, 2021. – 69 с.
25. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики : учеб. пособие для вузов. 4-е изд., испр. – М. : Высшая школа, 2002. – 718с.

© Д. М. Долгих, К. П. Филиппов, И. В. Парко, 2024